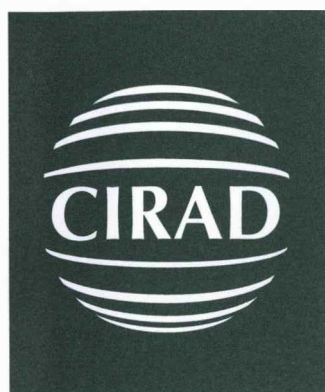


N° 48



**PROJET BILAN-EVALUATION-SYNTHESE
DES TRAVAUX REALISES A MADAGASCAR
EN MATIERE DE CONSERVATION DES SOLS**

COMPTE RENDU DE MISSION A MADAGASCAR

Juin 1996

J. ARRIVETS
CIRAD-CA
Programme APAFP

**PROJET BILAN-EVALUATION-SYNTHESE
DES TRAVAUX REALISES A MADAGASCAR
EN MATIERE DE CONSERVATION DES SOLS**

COMPTE RENDU DE MISSION A MADAGASCAR

Juin 1996

**J. ARRIVETS
CIRAD-CA
Programme APAFP**

I. - OBJECTIFS ET CALENDRIER DE LA MISSION

◆ La mission avait pour but d'assister P.F. Chabalier : dans le "bilan évaluation des travaux réalisés à Madagascar depuis 1950 en matière de conservation des sols" entrepris avec les chercheurs qualifiés du FOFIFA.

Cette étude fait l'objet d'une double convention ONE-FOFIFA et FOFIFA-CIRAD d'une durée de 12 mois : 1/1 au 31/12/1996. Ce bilan est considéré comme un préalable nécessaire au projet ANAE "Recherche environnementale sur la **protection contre l'érosion et l'amélioration de la fertilité** des terres cultivées à Madagascar" dont le titre mentionne bien les 2 composantes complémentaires de la gestion durable des sols; l'amélioration de la fertilité d'une parcelle n'a pas de sens si on ne la protège pas contre l'érosion et réciproquement, si on doit la mettre en culture. Bien que le titre de l'étude "Bilan évaluation" soit moins explicite il est clair qu'elle couvre les 2 composantes. La mission concerne surtout la 2ème (implicite) : bilan des recherches sur la fertilisation, et plus précisément pour la période antérieure aux études de systèmes agrobiologiques par la méthode "Création diffusion".

Le bilan-Evaluation comporte en gros 2 volets :

- l'exploitation de toute la documentation en s'appuyant sur la bibliographie exhaustive de M. Raunet sur ENDNOTE.
- des enquêtes sur certains sites de projets caractéristiques pour voir ce qu'il reste sur terrain et dans l'esprit des habitants des projets étudiés.

◆ La mission d'une durée de 8 j s'est déroulée entre le 18/6 et le 2/7/1996, avec participation à l'"atelier de préparation de l'évaluation/bilan des projets conservation des sols" du 19 au 21/6 à Tananarive et une tournée dans la province du Tuléar du 24 au 30/6 ⁽¹⁾ qui a permis de faire une enquête exploratoire sur l'un des sites retenus par le Bilan-Evaluation, celui de la Taheza.

L'"atelier" a été l'occasion de rencontrer et de s'entretenir avec les principaux chercheurs impliqués dans l'étude.

Les aspects gestion et administration du projet ont été traités avec PF Chabalier et JL Reboul, Représentant du CIRAD.

Le reste du temps disponible a été consacré à la recherche de documentation aux bibliothèques du FOFIFA du CIRAD et du CITE.

Le dernier jour une visite a été rendu à Mme Y. Rabenantondro, directrice scientifique du FOFIFA pour lui rendre compte du déroulement de la mission.

¹ En partie pour le projet PSO, donc sur un autre financement

ENCADRE 1 - ESQUISSE DU PLAN DU DOCUMENT FINAL (P.F.G.)

- 1. Note de présentation (P.F.C.)**
- 2. Bibliographie M. RAUNET (2 800 réf.) complétée dans la mesure du possible.**

Inventaire avec quelques résumés

- 3. Bibliographie restreinte (documents disponibles et répertoriés dans un centre), sélective par région avec accents sur les sites des projets sélectionnés comme représentatifs (voir tableau 1) ; résumés des principaux documents.**
- 4. Synthèses partielles s'appuyant sur les études bibliographiques et les enquêtes par site.**
 - 4.1. Facteurs d'érosion**
 - facteurs physiques (Raymond Rabeson)
 - facteurs anthropiques (P.F.C.) sauf démographie.. (traitée par Hervé Rakoto)
 - 4.2. Mesure des phénomènes d'érosion**
 - expérimentation en parcelles (Nicolas Andriamanpanina)
 - suivi des bassins expérimentaux (“ Idem ”)
 - 4.3. Etude critique des solutions techniques (JL Rakotanana et J. Rasambainarivo).**
 - 4.4. Règlementation foncière (Désiré Randrianaivo)**
- 5. Les Etudes de cas (P.F.C.)**
 - pour chacun des 6 sites et synthèse étude comparée
- 6. Synthèse globale et.... propositions**

2. SITUATION DU PROJET, FIN JUIN 1996.

Pour différentes raisons le projet a commencé avec plus de deux mois de retard, ce qui est un lourd handicap vu les ambitions du programme ; il semble heureusement qu'il soit prévu de prolonger le projet du même temps au-delà du 1.1.1997 pour compenser.

Les moyens prévus ont été assez difficiles à mettre en oeuvre: achat véhicules, mobilisation des crédits de fonctionnement... cette dernière question n'était d'ailleurs toujours pas réglée de façon tout à fait satisfaisante.

Malgré ces difficultés l'étude avance régulièrement :

- l'équipe permanente est constituée et fonctionnelle. P.F. CHABALIER assisté de Marie-Elodie NININ stagiaire fournie par le CIRAD (Madagascar) et Jean-LUC Lamalade recruté par le FOFIFA pour la durée de l'étude. Le FOFIFA renforce cette équipe avec deux chercheurs: JL Rakotomana et R. Rabeson dont on prévoit qu'ils pourront y consacrer 50 % de leur temps.
- Le comité de suivi du projet, constitué de représentants du FOFIFA, l'ONE, l'ANAE et le CIRAD s'est déjà réuni 2 fois : le 22 mars et le 8 mai.
- le canevas de l'étude, sur une base régionale, est arrêté, voir encadré ci-contre, les responsabilités et attributions de chacun ont été définies ainsi que les moyens de fonctionnement correspondants.
De façon très pragmatique la plupart des synthèses partielles, intermédiaires ont été sous traités, forfaitairement, aux chercheurs du FOFIFA compétents.
- l'essentiel de la documentation est rassemblé et dépouillé avec rédaction de résumés (Marie Elodie NININ).
- les sites (projets) considérés comme représentatifs des différentes régions ont été choisis et pour la plupart ont fait l'objet d'une enquête exploratoire. Le tableau résume la situation, fin juin 1996, pour les différents sites.

L'étape suivante les enquêtes sur le terrain, dans les différents sites, d'une durée de 6 à 8 semaines ⁽²⁾, devait commencer à partir de mi juillet, tous les rapports devant être rendus début octobre. L'atelier du 19 au 21/6 avait pour but de préciser le contenu de ces enquêtes et de préparer les enquêteurs.

4. SITUATION FINANCIERE

On trouvera dans le tableau 2, la récapitulation des prévisions de dépenses relatives aux enquêtes et aux synthèses partielles sous traitées aux spécialistes adéquats du FOFIFA. Le bilan fait apparaître une large insuffisance du budget prévu pour cette rubrique. Voir tableau n° 3 : budget global.

² Avec deux visites de contrôle/appui par l'équipe permanente.

Tableau 1. Situation du projet "bilan-évaluation..." fin juin 1996.

Zone	Problème	Méthode DRS et études	Sites	Responsable et coordonnateur	Remarques
1. Est	Tavy	Parcelles érosion 5-10 ha Aménagement de bas-fonds Agroforesterie Reboisement sans DRS	Beforno + Vavatena	X (DRD) ? ⁽¹⁾ Jean-Luc L. 2 étudiants	⁽¹⁾ pas identifié - désistement en série Documentation : en cours OK Déjà visité (PFC)
2. Alaotra	Lavaka Erosion terres cultivables Ensablement rizières	DRS + système de culture Bas-fonds aménagés Reboisement Fixation de lavaka	Vallée témoin + Fiadana + Bevava	Lanta Ravalitera Jean-Luc L. 3 étudiants	Equipe constituée Visite PFC avec Tassin (cf. Rapport Tassin)
3. Hauts plateaux Nord	Relief très marqué Vieux Lavaka stabilisés Sols très "rajeunis" Erosion en griffe	Reboisement et embroussaillage Parcelles érosion et bassins-versants Agrobiologie	Anjozorobé + Miarimasivo	Hervé Rakoto Marie Elodie N. + Marianne X 2 étudiants	Equipe constituée Visite (Marie-Elodie)
4. Moyen-Ouest	Lavaka Erosion en nappe Feux de brousse	DRS (banquettes) Fossé Reboisement	Sakay + Tsiro...	Nirina R... R. Rabeson Equipe DRD de Tsiro	Equipe constituée (DRD-MO) Première visite PFC (rapport) Seconde visite avec J. Lefort
5. Hauts plateaux Sud	Idem 3 et 4	Surtout agroforesterie	Fianasantsoa	J.L. Rakotomana R. Rabeson	Equipe à constituer Repérage à faire
6. Sud-Ouest et Sud	Surpâturage, feux de brousse Erosion (saka-saka)	Parcelles érosion Bassin versant du canal Taheza	Taheza (Ambovombé ?)	J.L. Rakotomana ? ou Simon ? Marie-Elodie 2 étudiants	Equipe à préciser Repérage fait (J. Arrivets)

Tableau 2. Budget prévisionnel des actions sous-traitées aux spécialistes nationaux, en millions de FMG⁽¹⁾.

Action	Agent	Coût estimé	Remarques
Assistants	M.E. Ninin J.L. Lemalade	p.m. 6	A charge ⁽²⁾ CIRAD-Madagascar ? CFD-FOFIFA
Synthèse	11 : R. Rabeson 35 : R. Rabeson 3 : J.L. Rakotomana 36 : J.L. Rakotomana 2 : N. Andriamanpianina 34 : F. Ramohadray 37 : J. Rasambainerivo 4 : D. Randrianaivo	1,5 2,0 2,0 1,5 1,5 2,0 1,5 1,5	Milieu physique Agro-fertilisation Solutions techniques Agroforesterie Mesures érosion Reboisement Agropastoralisme Droit foncier
Appui DRD Appui	D. Randrianaivo H. Rakoto	5 1	Méthodologie, suivi Méthodologie, suivi
Diagnostic terrain		10,5	Frais déplacements
Etude des sites	2 étudiants : 3,2 1 encadreur : 3,5 1 responsable zone : 2,0 sous-total site : 11,5 soit pour 6 sites imprévus (3 x 6)	69 18	
Total général		123	

1. 1 FF = 750 FMG (fin juin 1996).

2. Après désistement de B. Locatelli qui avait une bourse.

Tableau 3. Budget du projet "bilan-évaluation... (PFC)"

Rubriques	Contrat ONE FOFIFA	Contrat FOFIFA CIRAD	Remarque
1. Personnel			
11 : expatrié salaire fonctionnement	p.m. 280 000	p.m. 280 000	PFC (sur ER)
12 : assistant expert	p.m.	p.m	pas prévu (M.E. Ninin)
13 : assistant national	100 000	-	J.L. Lemalade
2. Equipement			
21 : voiture 4x4 + 2 motos	200 000	-	toujours pas les motos
22 : bureau et informatique	40 000	-	ordinateur...
3. Fonctionnement			
31 : PTT et électricité	10 000	10 000	
32 : documentation...	20 000	20 000	
33 : carburants...	50 000	50 000	
34 : entretien véhicules	20 000	20 000	
35 : fournitures bureau	10 000	10 000	
36 : déplacements intérieurs	20 000	20 000	
4. Etudes et services			
41 : missions consultants	150 000	150 000	76 500 missions Tassin et
42 : édition documents	50 000	50 000	Arrivets
5. Divers imprévus	50 000	50 000 (?)	
Total	1 000 000	660 000	

5. CALENDRIER PREVISIONNEL

- fin des enquêtes par sites rapport rédigé, début octobre 1996
- synthèses partielles par thème rendues début octobre
- finalisation de la présentation bibliographique, enrichie au cours des enquêtes: octobre et novembre.
- analyse et correction des rapports d'enquêtes : octobre ; étude comparée et synthèse: novembre.
- atelier restitution des travaux mi-décembre (1 semaine) avec esquisse de recommandations.

Il sera ensuite nécessaire de préparer l'édition des actes de l'atelier, d'approfondir les recommandations que l'on doit en tirer pour la suite des travaux de l'ANAE et rédiger le texte d'un nouveau projet. Un passage de P.F. Chabalier à Montpellier fin décembre et début février (avec un mois de vacances intercalé est à programmer pour cela : voyage A.R. prévoir). A son retour à Tananarive P.F. Chabalier, qui resterait seul sur le projet avec JL Lemalade (prenant ses vacances en même temps que PF Chabalier) finalisera les différents documents pour leur publication début mars 1996.

6. SYNTHESE DU VOLET FERTILISATION

La responsabilité de la synthèse partielle sur ce thème ainsi que sur celui de la présentation du milieu physique (de la géologie à la pédologie) est confiée à Raymond Rabeson. Il est convenu qu'il recevrait un appui du CIRAD dans certains domaines:

- ? M. Raunet pour la présentation du milieu ?
J. ARRIVETS pour la synthèse des recherches en matière de Fertilisation de 1950 à 1981
- ? R. Michellon (ou X ?) Pour la période suivante (mise au point de systèmes agrobiologiques).

Ma collaboration dans le bilan portera donc sur la période et les zones où j'ai travaillé avec le FOFIFA (1973-1981 avec synthèse pour la période antérieure), c'est-à-dire :

- **en premier lieu** : la région de Tananarive aux sols extrêmement pauvres sur socle granitique Antécambrien, historique des démarches expérimentales et principaux résultats (Voir annexe A)
l'étude bibliographique pourra être étendue aux zones adjacentes des Hautes Terres Sud (Antsirabé à Fianarantsoa) et du Moyen Ouest.
- **en second lieu** : la région de Tuléar avec ses "sables roux" caractéristiques (voir annexe B) l'étude bibliographique est étendue aux "sables roux" de la région de Marondava et Mahabo.

Le plan d'une synthèse régionale sur les études de la fertilisation peut être le suivant, par exemple pour la région de Tananarive :

Chap. 1 - Historique de la Recherche et résumé des résultats

Les 3 périodes de (Avant IRAM
L'époque "classique")IRAM 1960-1973
(FOFIFA (1973-1981)

auxquelles il faudra ajouter les recherches actuelles sur les systèmes agrobiologiques.

Chap. 2 - Le milieu

- milieu physique ⁽³⁾
 - sols et climat
 - bilans hydriques : ETR, ruissellement (facteur d'érosion), drainage profond (facteur de lixiviation)
 - la végétation naturelle
- milieu humain
 - démographie
 - systèmes de culture

Chap. 3 - Fumure organominérale

- avantages et limites de la fumure strictement organique, pas d'"effet défriche" ..; nécessité d'un complément minéral.

Chap. 4 - Fumure strictement minérale

cas du phosphore - élément peu mobile

Chap. 5 - Fumure strictement minérale

5.1. Cas des éléments mobiles, lixiviables
les anions K, Ca, Mg

5.2. l'azote

5.3. divers : oligoéléments

Chap. 6 - Expérimentation en Bassins Versants dans projets intégrés : Manankazo et Ambatonanity, plus Ampangabé

Chap. 7 - Tentatives de "transfert" au paysannat et conclusions.

³ Déjà traité au niveau synthèse partielle par R. Rabeson (avec appui de M. Raunet ?).

A N N E X E S

ANNEXE A

ACQUIS DE LA RECHERCHE SUR LA GESTION DES SOLS EN CULTURE PLUVIALE A MADAGASCAR (période 1950 - 1981)
--

Madagascar, la “Grande Ile” couvre de très nombreuses situations agro-écologiques - sols et/ou climat différents. Il n’est pas question de vouloir traiter de l’ensemble en quelques pages.

Si l’on veut schématiser à l’extrême, on distinguera 2 grandes zones :

➡ la zone humide, “au vent” des alizés : côte Est et Hautes Terres, à pluviosité moyenne supérieure ou égale à 1 500 mm, aux sols lixiviés, très acides, extrêmement pauvres en éléments assimilables par les plantes.

➡ la zone plus sèche, “sous le vent” : côte Ouest, contreforts occidentaux des Hauts Plateaux et Grand Sud, aux climats généralement de type soudanien ou sahélien et sols habituellement associés.

Madagascar est avant tout un pays rizicole, du moins dans ses zones humides. Les cultures pluviales n’ont commencé à s’y développer vers 1960 que lorsque les terrains à vocation rizicole sont devenus insuffisantes par rapport à la croissance démographique.

Le phénomène a débuté dans les régions les plus peuplées des Hauts Plateaux, dont celles de Tananarive.

Les études sur la mise en valeur des terres en culture pluviale y ont été les plus nombreuses et les plus complètes. Elle peut servir d’étude de cas pour les zones humides. L’historique est les idées concernant la gestion de la fertilité des tanety⁽¹⁾, antérieures aux études sur la gestion biologique des sols, sont brièvement reportés ci-après sur cet exemple ⁽²⁾ et ⁽³⁾.

Par gestion de la fertilité on entendait, en ces temps, la pratique d’une fertilisation raisonnée destinée à maintenir durablement le sol à un niveau de production élevé dans des conditions financièrement rentables, associée à l’usage de méthode anti-érosives quand cela paraissait nécessaire.

¹ Tanety = colline

² À partir duquel on peut généraliser à l’ensemble des zones humides malgaches, sauf dans les quelques régions peu étendues sur roches volcaniques “récentes”, quant aux démarches expérimentales successivement adoptées, et, partiellement aux résultats.

³ Les zones sèches ont été bien moins complètement étudiées, on pourrait prendre comme étude de cas : les sables roux de la région de Tuléar (voir J. ARRIVETS 1996 annexes 1 et 2).

METHODE CHAMINADE/ETUDES DE FERTILISATION

Elle comporte 2 phases :

1. En serre ou en laboratoire : le diagnostic des principales carences minérales du sol : P, K, Ca, Mg. Par la technique des vases de végétation (non adaptée au cas de la fumure azotée).
2. Dans des essais "au champ" dits "courbes de réponse" l'étude de la réponse d'une culture test (le maïs à Madagascar) à des doses croissantes d'un élément, identifié comme déficient dans les vases de végétation, en apportant tous les autres éléments y compris des oligo-éléments à fort dose (par prudence, pas d'autre facteur limitant ⁽¹²⁾ engrais).

Elle permet de déterminer :

1. Le potentiel de rendement du milieu, sol-climat, avec une fertilisation minérale non limitante pour une culture et des techniques culturales données.
2. Les doses des différents engrais avec lesquelles on obtient environ 80% du rendement potentiel (au-delà la productivité risque d'être insuffisante ⁽¹³⁾).

Références : ⁽¹⁴⁾ :

C. Roche, J. Velly, et J. Celton, 1967. Cheminement expérimental : méthode de suivi pour l'étude du redressement de la fertilité en rizière et en cultures sèches à Madagascar.

J. Velly, J. Celton P. Roche, 1967. Fertilisation de redressement de la fertilité en rizière et en cultures sèches.

¹² Loi du 1er facteur limitant

¹³ Loi des rendements moins que proportionnels

¹⁴ In colloque sur la fertilité des stols tropicaux, Tananarive.

En ce qui concerne les recherches sur la fumure conduites entre 1950 et 1981 par l'IRAM, puis le DRA du FOFIFA, on distinguera 3 périodes :

1/ - jusqu'au début des années 1960, quand les tanety étaient considérés comme stériles, impropres à la culture ; la vocation de la région est la riziculture irriguée. Les premières études systématiques sur la mise en valeur des tanety : lutte contre l'érosion et fumure essentiellement organique ont lieu dans les années cinquante autour du lac Alaotra (Vallée témoin référence : Carré, 1961 ; Roche, Dufournet et Rabetrano, 1967).

2/ - la période IRAM, environ une dizaine d'années (1962 - 1972) où en appliquant la méthode "Chaminade" (voir encadré ci-contre) il fut démontré que ces sols pouvaient être très productifs avec une fumure exclusivement minérale ; leur potentialité, déterminée sur des essais de courbes de réponse à de très fortes doses de P, K, Ca-Mg et N, était estimée à 8 T de maïs grain/ha, 50t de racines de manioc...

Pour y parvenir, il convenait d'apporter sur défriche une très forte fumure initiale dite "fumure de redressement (de la fertilité)"⁽⁴⁾ et les années suivantes une "fumure d'entretien (de la fertilité)" fonction de la culture ⁽⁵⁾ et des différentes pertes en éléments minéraux, pour l'essentiel :

⇒ les exportations par la culture qui peuvent inclure outre la partie utile (grains pour le maïs) ce que l'on appelle les résidus de récoltes (tiges et pailles du maïs); elles sont facilement mesurables.

⇒ les pertes par lixiviation ⁽⁶⁾ elles n'étaient pas connues mais on les supposait très élevées vu le fort excédent des précipitations sur l'ETP⁽⁷⁾ pendant les 6 mois de saison des pluies.

Les pertes par érosion étaient par principe supposées nulles ou négligeables car on considérait que l'aménagement anti-érosif était le corollaire indispensable à la mise en valeur des sols avec fumure de redressement.

⁴ Pour 1 ha : 2 t de dolomie + 300 kg P₂O₅ + 300 kg K₂O + azote en fonction de la culture (160 unités pour le maïs) + 20 kg de Nutramine (fournissant les oligo-éléments manquants).

⁵ Par exemple pour le maïs : 150 N + 80 P₂O₅ + 90 K₂O + 300 kg dolomie par ha

⁶ Eléments minéraux dissous dans les eaux de drainage qui percolent en-dessous des horizons exploités par les racines.

⁷ Consommation, par le sol (Evaporation) et la plante (Transpiration) Potentielle..

Principales références :

Celton, Roche et Velly, 1973.

Roche, Velly et Celton, 1971 ; Velly, 1967 ; Velly, 1974, Velly et Roche 1974 a et b.

Les deux opérations : aménagement anti-érosif et fumure de redressement, étaient, les deux, considérées comme des investissements de fond, à long terme, auxquels l'Etat devrait participer ⁽⁸⁾, au même titre qu'il pré-finance les aménagements hydro-agricoles. Cette prise en charge (partielle, provisoire) de la fumure de redressement par l'Etat paraissait d'autant plus nécessaire que tous les résultats d'essais montraient qu'avec des fumures strictement minérales, quelles que soient les doses employées, les rendements étaient très faibles en 1^{ère} année et encore bien médiocres en 2^{ème} année après défriche. On parlait d'"effet défriche" sans en comprendre le mécanisme.

Les études sur l'érosion étaient méthodiquement poursuivies par le CTFT, au niveau des parcelles élémentaires puis de Bassins Versants (Manankazo) aménagés selon les techniques universellement appliquées à l'époque (banquettes de largeur calculées avec la formule de Ramser).

3/ - La première période FOFIFA, en étroite collaboration avec le CIRAD (IRAT et CTFT) jusqu'au début des années 1980.

La crise pétrolière de 1972-73 ayant entraîné une explosion en prix des engrais a conduit à revoir la question des fortes doses de fumure. Le FOFIFA chercha des solutions basées sur l'usage des ressources locales (dolomie) ou universelles (résidus de récolte, fumier), économe en engrais minéraux importés. Parallèlement de nombreuses études en lysimètres ont permis de quantifier les risques de pertes en éléments minéraux par lixiviation en fonction du niveau des apports d'engrais et de leur fractionnement.

Les principaux résultats obtenus à cette époque montrent que :

➡ il est possible de mettre progressivement ces sols en valeur (avec une fumure strictement minérale en faisant l'économie de la fumure de redressement en engrais importés P et K ; il n'y avait pas, en particulier, contrairement à ce que l'on croyait en général (et que l'on continue parfois à dire) de blocage du phosphore soluble apporté dans ces sols.

⁸ L'idée est revenue à la mode avec les projets Banque Mondiale d'apports généralisés de phosphate dans les pays du Sahel, et à Madagascar).

⇒ une autre possibilité, plus adaptée peut-être, consistait à n'utiliser les engrais minéraux qu'en complément d'une fumure organique réaliste (les 5 t/ha de "poudrette de parc" à la portée des paysans) et d'obtenir des rendements corrects : 4 à 5 t de maïs/ha, avec des apports d'engrais minéraux modestes.

⇒ les pertes par lixiviation sous culture avec des fumures de l'ordre 90 N - 45 P₂ - 60 K₂O étaient très modérées en année moyenne si l'on veillait à maintenir un système racinaire fonctionnel et suffisamment profond pendant la plus grande partie possible de la saison des pluies. Cette dernière condition est entièrement respectée dans le cas des prairies pérennes, et approchés dans le cas des cultures annuelles semées précocement dont le cycle correspond à la durée de la saison des pluies (maïs vulgarisé par l'IRAM puis le FOFIFA).

Par ailleurs, aucune amélioration n'a pu être apportée pendant cette période au problème de l'acidité des sols et sa gestion par un amendement calco-magnésium, coûteux "au départ", relayé par des apports annuels systématiques.

L'enrichissement des connaissances de la communauté internationale, dans ce domaine, pourtant non négligeable :

⇒ prépondérance de la toxicité aluminique dans la baisse de fertilité due à l'acidification des sols (que l'IRAM commençait à aborder en 1972).

⇒ le rôle de la matière organique dans le complexage de l'ion aluminique Al³⁺.

⇒ les caractéristiques des sols à charge variable quant à leur complexe absorbant, (étudiés sur ces sols par le FOFIFA à la fin des années 70.

n'avaient pas encore conduit à la découverte d'une solution adéquate⁹).

De même la question de l'"effet défriche" n'avait guère été élucidée, bien que l'on ait constaté (à nouveau) qu'il disparaissait pratiquement en cas d'apport important de matière organique.

Principales références :

Arrivets 1977 et 1985 ; Arrivets et al, 1978, 1981 et 1989.

⁹

On sait que le chaulage augmentant la CEC des sols à charge variable, leur taux de saturation n'augmente guère.. On est dans un cercle vicieux. La solution : amendements avec du gypse a été connue plus tard.

Enfin, il faut bien le dire, les études menées pendant cette période, ainsi que la précédente, ont été menées dans des stations agricoles "en milieu contrôlé", selon une démarche assez abstraite et un peu réductrice dans la mesure où l'on ne testait pas la totalité des facteurs de production (travail de sol, rotation, fumure) dans leur globalité avec leurs interaction, leur compatibilité (possibilité pratique d'enfouir les résidus de récolte, ou goulets d'étranglements dans les calendriers agricoles par exemple). La "révolution" malgache de 1972 ayant interrompu les expériences en cours d'adaptation des formules IRAM au paysannat Merina ⁽¹⁰⁾, la Recherche s'est trouvée longtemps sans interlocuteurs du Développement.

Le CTFT a durant cette période poursuivi les études sur l'érosion dans la même ligne que pendant la période précédente et a lancé une étude intégrée de mise en valeur du bassin versant type en coopération avec l'IRAT, l'EMVT et l'ORSTOM (bassins Versants de Manankazo et d'Ambatomainty).

Le résumé des conceptions de la Recherche en matière de la mise en valeur des tanety, le plus pertinent peut être trouvé dans le rapport final de cette étude des Bassins Versants (référence : Malvos et Saraillh, 1978).

A partir de 1981 le FOFIFA a très fortement réduit ses recherches sur l'entretien de la fertilité et la fertilisation des cultures pluviales. Le relais a été pris par la Recherche d'Accompagnement dans des projets de développement (Malto pour orge, Kobama pour blé et actuellement FIFAMANOR et PSO) ou des ONG (TAFFA, FAFIALA...).

La démarche des chercheurs a aussi bien évolué ; en travaillant d'abord chez et avec les paysans, elle ne risque plus de perdre de vue leurs véritables moyens, problèmes et priorité. Par ailleurs de nouvelles approches de la gestion des sols et des cultures, développées au Brésil, commencent à être diffusées. Ces techniques de gestion agrobiologiques des sols sont étudiées à Madagascar depuis une dizaine d'années (cf. L. SEGUY...).

La synthèse des travaux sur cette période et cette approche doit être faite par ailleurs (R. MICHELLON). On se contentera ici d'en rappeler les principes, montrant la continuité du cheminement de la Recherche entre les différentes périodes.

En bref, on part du constat que le large excédent des précipitations sur la demande de l'ETP en saison des pluies induit :

- d'une part, des risques élevés d'érosion sévère,
- d'autre part, un drainage en profondeur important, potentiellement générateur de pertes graves en éléments minéraux par lixiviation.

¹⁰

Par exemple du G.O.P.R. avec SATEC, de la SAKAY avec B.D.P.A.
(Références : Gillain, 1968 ; Buresi et Celton, 1971)

Le couvert permanent de la végétation naturelle, forêt et même savane (ou steppe) a le double avantage :

- de protéger le sol contre la violence des précipitations, faciliter l'infiltration de l'eau puis ralentir le ruissellement jusqu'à supprimer l'érosion (cf. Les résultats obtenus en bassins versants élémentaires à Manankazo).
- de "filtrer", grâce à un système racinaire dense et profond, les eaux qui percolent ; ainsi les éléments minéraux sont remontés dans les plantes, en continu, sans perte en profondeur.

En outre, ce processus de recyclage permanent se traduit par une accumulation de débris végétaux en surface et de matière organique dans les horizons supérieurs du sol - conditions favorables à une intense "vie" (microbienne...) du sol, dont on connaît les avantages.

La mise en culture va rompre cet équilibre et exposer le sol à l'érosion et la lixiviation chaque fois qu'une autre culture sera mise en place puis récoltée sur des sols non protégés. Dans le cas des cultures pérennes, il n'y a qu'une période critique lors de l'installation de la plantation (puis des replantations après quelques lustres). Les risques sont également limités dans le cas des pâturages (semis) permanents et même des prairies de 3-4 ans en rotation avec des cultures annuelles. Tout l'art des nouvelles méthodes est de concevoir des systèmes de production avec des cultures annuelles dont le fonctionnement se rapproche autant que possible de celui d'un couvert pérenne : couverture du sol et filtrage des eaux de drainage par un appareil racinaire actif.

Le système de culture sans labour avec semis direct sous couvertures mortes ou vivantes (à croissance contrôlée) adoptés sur d'immenses surfaces au Brésil sont en cours d'adaptation et parfois de diffusion en Afrique et l'Océan indien. Les systèmes sont d'autant plus difficiles à monter que la saison des pluies est longue et qu'il n'y a pas d'hiver (basses températures) ⁽¹¹⁾).

¹¹

A ce propos on peut considérer que le cas des Hautes Terres Malgaches (et des Hauts Plateaux en général) est privilégié ; l'altitude jouant le même rôle que la latitude, on y rencontre un hiver frais sinon froid et, qui plus est, sec ; double raison pour provoquer une phase de repos avec arrêt des phénomènes destructeurs. C'est pourquoi les systèmes standard, sur le modèle européen, y sont moins inadaptés que dans les régions tropicales de plaine (basse altitude), à condition de respecter certaines règles.

BIBLIOGRAPHIE

- J. Arrivets, 1977. Bassins versants de Madagascar. Etude des pertes minérales par lixiviation sous prairies naturelles et artificielles. Compte rendu final résumé. CENRADERU/IRAT.
- J. Arrivets, J. Rakotoandriamihamina, J. Raoliarivelo, A. Rabetrano, 1978. Compte rendu d'expérimentation 1976-1977 avec première synthèse des résultats 1974-77. Fertilisation des tanety de la région de Tananarive. CENRADERU.
- J. Arrivets, JB Razafindramonjy, M. Randrianasolo, 1981. Etude du fractionnement de la fumure azotée du maïs sur les Hautes Terres Malgaches - Ampangabe, essais "au champ" et en lysimétrie 1979-80 et 80-81 - CENRADERU, Tananarive.
- J. Arrivets, 1985. Restitution des résidus de récolte et économie de la fumure potassique du maïs ; bilans hydriques et minéraux expérimentation, 1974-1979, IRAT.
- J. Arrivets, A. Rabetrano, J. Rakotoandriamihemina, 1989. Fertilisation organominérale des sols ferrallitiques des Hauts-plateaux malgaches, Economie des engrais importés et valorisation des ressources locales -CIRAD-IRAT.
- Buresi et J.Celton, 1971. La fertilisation des terres sèches sur les Hauts Plateaux. Conférence débat au CITE-SATEC.
- J. Carré, 1961. Régénération et mise en valeur des sols de tanety, doc. IRAM n° 19.
- J. Celton, 1968. Fumure de redressement sur collines ferrallitiques à Madagascar. Orientation future des travaux. La fertilité des sols tropicaux, IRAT pages 2175-2177.
- J. Celton, 1968. Orientation générale des recherches appliquées en matière de fertilisation à Madagascar - La fertilité des sols tropicaux - IRAT, Tananarive.
- J. Celton, P. Roche, J. Velly. 1973. Acidité du sol et chaulage - Agronomie Tropicale, Série 2 : Agronomie Générale, Etudes Techniques, 1973, Vol. 28, n° 2 pages 123-130.
- J. Gillain, 1968. Les facteurs "espace" et "temps" dans les actions de développement agricole. Terre Malgache n° 4.
- C. Malvos, JM. Sarrailh. 1978. Bassins versants à Madagascar. Bilan de l'eau sous prairies naturelles et artificielles. Compte rendu de fin d'étude d'une recherche financée par la DGRST, Paris, CTFT.
- P. Roche, R. Dufournet, R. Rabetrano, 1967. Fertilisation minérale en rizière et en culture sèche à Madagascar. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive, pages 1109-1121.
- P. Roche, 1967. Contribution à l'étude du statut phosphorique des sols de Madagascar.

P. Roche, 1967. Contribution à l'étude du statut phosphorique des sols de Madagascar. Incidences sur les problèmes de fertilité. L'Agronomie Tropicale - série 3, vol. 22, n° 3 pages 249-308.

P. Roche, J. Velly, J. Celton, 1967. Cheminement expérimental : méthode de suivi pour l'étude du redressement de fertilité en rizière et en culture sèche à Madagascar. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux Tananarive, pages 391-396.

P. Roche, J. Velly, J. Celton. 1971. Fertilisation de redressement et entretien de la fertilité; expérimentation de 1964 à 1969. L'Agronomie Tropicale, 26 (10) pages 1066-1089.

J.M. Sarrailh, 1977. Parcelles élémentaires d'Ambatomainty et de Manankazo. Mise au point après la campagne 1975-1976. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 25 p.

J. Velly, 1967. Les exportations de quelques plantes cultivées à Madagascar comme guide de la fertilisation d'entretien - IRAM, Tananarive 1967, 24 pages, 6 tableaux, doc. IRAM, n° 129.

J. Velly, J. Celton, P. Roche, 1967. Fertilisation de redressement après diagnostic des carences minérales sur sols de culture sèche à Madagascar. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux. Tananarive, pp. 874-915.

J. Velly, 1974. Observations sur l'acidification de quelques sols de Madagascar. Agronomie Tropicale. Série 3 : Agronomie Générale, Etudes Scientifiques, vol. 29, n° 12, pages 1249-1262. 12 tableaux, 7 graphiques.

J. Velly, P. Roche, 1974. Arrière-action des fumures de redressement phosphatées sur divers types de sols de Madagascar - Agronomie Tropicale. Série 2 : Agronomie Générale, Etudes Techniques, vol. 29, n° 5, pages 593-606.

J. Velly, 1974. Essai de dynamique de l'azote d'Ampangabe. Sol ferrallitique sur gneiss. Résultats agronomiques - GERDAT-IRAT., Nogent-sur-Marne, 13 p. Réunion d'Agronomie de l'IRAT, Paris.

J. Velly, 1974. Expérimentation sur le rôle spécifique de la matière organique à Madagascar - GERDAT-IRAT, Nogent-sur-Marne, 20 p. Réunion d'agronomie de l'IRAT, Paris.

J. Velly, 1974. Fertilisation d'entretien en phosphore sur un sol du Moyen-Ouest de Madagascar - GERDAT-IRAT, Nogent-sur-Marne, 11 p.

J. Velly, 1974. Observation sur l'acidification de quelques sols de Madagascar. GERDAT-IRAT, Nogent-sur-Marne, 19 pages.

ANNEXE B

annexe 1 : Projet Taheza

annexe 2 : Etude fertilité

Le projet (érosion) Taheza, d'après Bailly, 1986

Le "projet lutte contre l'érosion de la Taheza" a pour but de protéger le canal d'amenée d'eau assurant l'irrigation du périmètre agricole de Bezaha dans la sous-préfecture de Betioky. Ce canal, suivant la rive droite de la Taheza depuis le barrage de dérivation d'Ambarinakoko, est croisé par des torrents intermittents appelés "saka-saka" qu'il traverse soit par des siphons, soit par des ponts-bâche.

Il est apparu très rapidement que les ouvrages et le canal lui-même étaient menacés par l'agressivité torrentielle de saka-saka, dépendant de la dégradation plus ou moins prononcée du bassin versant de 15 000 ha qui domine le canal. Celui-ci sert de parcours à un troupeau excédentaire, conduit de façon traditionnelle, avec donc le surpâturage s'associant au brûlis.

"Dès 1959, les autorités se sont préoccupées de cette situation et ont demandé que soient étudiées les mesures susceptibles d'être prises pour réduire le ruissellement et l'érosion et par-là même la force des crues susceptibles d'endommager les ouvrages de franchissement des saka-saka.

Des parcelles de mesure de ruissellement et de l'érosion ont été mises en place par le Service des Eaux et Forêts de Tuléar, et suivies de 1961 à 1966 ; ainsi qu'un point d'essai pilote, qui ont montré que, par des travaux simples on pouvait envisager une réduction du ruissellement de surface et une reconstitution du couvert végétal.

En 1968, une étude du bassin dominant a été réalisée par le CTFT Madagascar pour le ministère de l'Agriculture et des propositions ont été faites. Le plan d'intervention proposé comprenait des mesures au plan administratif et psychologique (adhésion des populations) et au plan technique. Il insistait sur la nécessité d'une approche globale qui comprenait toute une série de mesures et notamment dans une période transitoire de travail, la mise en défens et la protection des zones traitées.

Les travaux prévus avaient pour but d'obtenir le plus rapidement possible la reconstitution d'un couvert herbacé. Associés à une mise en défens temporaire, ils consistaient en des travaux superficiels du sol destinés à freiner le ruissellement, favoriser l'infiltration et aider la multiplication des espèces. A la lumière des résultats obtenus en parcelle, des traits de labours isohypses espacés de 10 mètres étaient préconisés associés à des griffages intercourbes destinés à briser la couche indurée superficielle."

Ces travaux, extensifs, ont été conduits par le Service des Eaux et Forêts sur environ un tiers du BV entre 1970 et 1980, puis poursuivis sporadiquement avec des financements divers, en général modeste, jusqu'à ce jour ; actuellement, c'est le projet PPI qui fournit quelques crédits.

Faute d'avoir pu mobiliser les populations d'éleveurs, la mise en garde déjà formulée en 1961, dont la justesse était vérifiée par Bailly en 1985, est toujours valable en 1996 : *"Il n'est pas utile de tenter une restauration du pâturage au moyen du seul contour furrow ou par d'autres moyens tant que le surpâturage ou toute autre pratique néfaste d'exploitation est poursuivie".*

Annexe 1

Le projet de lutte contre l'érosion de la Taheza

L'analyse de l'histoire, des résultats et des problèmes de l'opération de lutte contre l'érosion de la Taheza (voir encadré ci-contre), entreprise dans le cadre du projet "Synthèse sur l'érosion à Madagascar"⁽¹⁾ sera d'un grand intérêt pour l'ensemble du Sud-Ouest. C'est la seule source de mesures méthodiques sur l'érosion des sables roux, les quelques données provenant d'Ankazoabo (Casabianca, 1967) étant peu utilisables.

La partie Nord du bassin versant de la Taheza empiète sur la zone PSO. Ses sols, des "sables roux" presque exclusivement, sa pluviosité 600-700 mm/an avec de très grandes variations interannuelles, et le système d'exploitation : élevage extensif traditionnel sont caractéristiques de la région.

Le problème, celui de l'érosion des sols après déforestation et/ou surpâturage, prolongés par d'énormes transports de sédiments sableux par les cours d'eau dans les lagunes, est d'une portée plus large : le phénomène d'ensablement des lagunes étant général dans les îles de l'océan Indien (J. Robberechts, communication personnelle).

S'en tenant à la cause directe : l'érosion, et au sujet concret : l'évolution de l'exploitation des sols, on peut considérer que le cas de la Taheza préfigurait dès les années 50 et 60 les problèmes qui se généralisent actuellement.

A l'origine, on trouve une tradition de riziculture irriguée⁽²⁾ avec préparation des sols par piétinement des bœufs, apportée par la population Tanosy lorsqu'elle vint occuper, en repoussant Mahafaly et Bara, les terres aménageables de la basse vallée de l'Onilahy et son affluent la Taheza⁽³⁾.

Les services agricoles avaient déjà construit un canal (canal de Bezaha), avant la Seconde guerre, pour irriguer la partie basse de la vallée, la plus apte à être aménagée pour la double culture. Le canal de la Taheza lui-même a été construit en 1955 pour irriguer en double culture des secteurs en culture traditionnelle plus en amont et aménager de nouveaux casiers sur des sols très sableux dont la vocation pour la riziculture était douteuse (R. Dumont, 1958, Roche *et al.*, 19.....). Ce projet, le plus ambitieux de l'époque à Madagascar, aurait été *"conçu et réalisé à la hâte dans le cadre d'une volonté générale de régionaliser les investissements agricoles et de réaliser une opération marquante dans une région défavorisée ; une grande famine venait de toucher tout le Sud"*. Le projet a connu de nombreux avatars (qui ont conduit à beaucoup rabattre des ambitions initiales), ils ont été reportés par Ancian et Ringuelet (1967), faisant le point de la situation 13 ans après la construction du canal. On leur empruntera les passages suivants :

1. Projet "Synthèse sur l'érosion...".

2. Avec deux cultures par an (saison *godra* et saison *tsipala*) mais sur deux rizières différentes.

3. Dans les années 50 l'administration estimait qu'il y avait environ 2 600 ha de rizières.

“... pour gagner du temps les études préalables furent presque entièrement négligées (en particulier pas d'enquêtes socio-économiques).

... l'équilibre agropastoral de la zone n'a pas été pris en considération... en l'absence d'études préalables, il est normal que les prévisions initiales n'aient pas été respectées et que les programmes et objectifs successifs aient été très fluctuants...”

“... les problèmes qui ont fait obstacle au développement normal du projet (qu'ils soient d'ordre hydraulique, agronomique, agropastoral ou socio-économique) sont souvent liés et pour une bonne part le fait de l'aménagement lui-même.

On constate, en effet, que l'équilibre initial reposait essentiellement sur les données suivantes : une population peu dense disposant de terres de qualité médiocre, mais en abondance, cultivant de façon satisfaisante du riz échelonné tout au long de l'année, et propriétaire d'un cheptel bovin déjà important, ce qui nécessitait une transhumance en saison des pluies, mais disposant sur le bassin versant immédiat et sur les terres à vocation agricole de ressources fourragères satisfaisantes en saison sèche. Il est certain que cet équilibre aurait eu tendance à se dégrader au fil des ans, mais de façon assez lente, et sans doute guère plus vite que le croit démographique.

L'installation d'un système de production plus intensif impliquait donc la prise en considération de tous les éléments entrant en ligne de compte dans la situation d'équilibre initial, et en particulier :

- le problème de la main-d'œuvre ;
- le problème du bassin versant ;
- le problème du cheptel.

C'était donc en fait un problème d'aménagement du territoire qui était posé aux promoteurs, qui pouvait parfois conduire à la recherche de solutions dont certaines se trouvaient à l'extérieur du périmètre (bassin versant) et même de l'ensemble de la zone (point d'eau sur pâturages éloignés).

Pour s'en tenir à la question du ruissellement, de l'érosion et des dégâts qu'ils ont entraînés sur le canal d'arrivée d'eau, Ancian et Ringuelet écrivent :

“Après la construction du canal, à la suite de pluies exceptionnelles, en particulier en 1961-1962 et 1966, les saka-sakas se sont brusquement élargis au droit des siphons entraînant des dégâts importants sur ceux-ci : têtes emportées, déchaussement, brèches, mise à nu des gaines... Des masses d'eau de plus en plus importantes déferlent au droit des ouvrages les déchaussant et les contournant.

La largeur du saka-saka Andranomangasiaka était en 1954 de 4 mètres. Elle passe à 20 mètres dès 1957 après construction du siphon n° 2 et atteint 130 mètres 10 ans plus tard.

Les causes déterminantes de l'apparition de ce phénomène à caractère galopant sont doubles :

- *l'exécution même d'un canal à flanc de coteau a fait obstacle au passage des eaux de ruissellement qui circulaient auparavant en nappes sur les sables indurés. Celles-ci se sont donc naturellement concentrées vers les saka-sakas au droit des siphons. Le bétail, de son côté, a lui aussi, traversé bien souvent le canal aux siphons. Les sentiers ainsi créés ont favorisé et accéléré le mouvement de l'eau vers les rivières principales ;*
- *la dégradation des bassins versants, où le troupeau bovin et surtout ovin augmente régulièrement, s'accroît chaque année. Le ruissellement des*

eaux de pluie s'intensifie et les crues des saka-sakas sont de plus en plus fortes et brutales.

Il est toutefois certain que les dégâts les plus importants sur le canal ont été liés à des accidents météorologiques sérieux : pluies diluviennes des 8 et 9 janvier 1961 (siphon n° 2) et cyclone Daphné en décembre 1966 (siphons 1, 2 et 6).

En juin 1996, une visite du bassin versant et des entretiens avec le responsable actuel des projets PPI du Sud (J. Robberechts) confirment la validité à l'heure actuelle de ces constats anciens. Tout au plus, peut-on penser que si rien n'avait été fait la situation serait pire : la comparaison des photos aériennes récentes (BETT Aéromap du 3.06.1994 au 1/20 000) à celles de 1949 et 1957, qui ont servi de support à l'étude CFTT 1968, indiquerait que le couvert végétal ne se serait pas dégradé mais au contraire un peu amélioré dans la partie aval, au-dessus du canal du bassin versant (GERSAR-BRL, 1994).

Les travaux initiaux, 1961-66, du CTFT (Bailly et Vergnette, 1968) et ceux plus récents du FOFIFA (Rakotomanana et Rajoarivelo, 1989) ont suffisamment analysé le problème et testé les solutions classiques pour que l'on n'ait pas à reprendre l'expérimentation dans cette voie. Le problème est d'une complexité qui dépasse les moyens d'un projet ou de l'administration, il ne peut se résoudre que par une sérieuse prise de conscience puis une implication véritable de la population.

Dans l'immédiat, l'avis apparemment provocateur du CTP des PPI Sud : *"protéger pragmatiquement le canal de la Taheza, donc le périmètre irrigué, avec les ouvrages adéquats qui permettront le passage sans obstacle du sable de l'amont vers l'aval et en faisant abstraction de mesures antiérosives actuellement illusoires"*, paraît raisonnable. La protection ou non de ce petit bassin versant n'a que peu d'importance sur l'ensablement des lagunes imputable à l'Onilahy, voir encadré ci-dessous.

Bassin versant de l'Onilahy	32 000 km ²
Bassin versant de la Taheza ⁽¹⁾	1 600 km ²
Bassin versant du "canal de la Taheza"	150 km ²
Bassin versant du saka-saka Beheoky ⁽²⁾	61,5 km ²

1. En amont du barrage.

2. Le plus grand des saka-sakas "traversant" le canal les autres vont de 6 à 26 km²

Coefficient de la formule de Wishmeyer sur les sables roux de la Taheza (Rakotomanana et Rajoarivelo, 1989)

Erosivité R : 200 en moyenne mais peut dépasser 500 certaines années.

K : 0,20

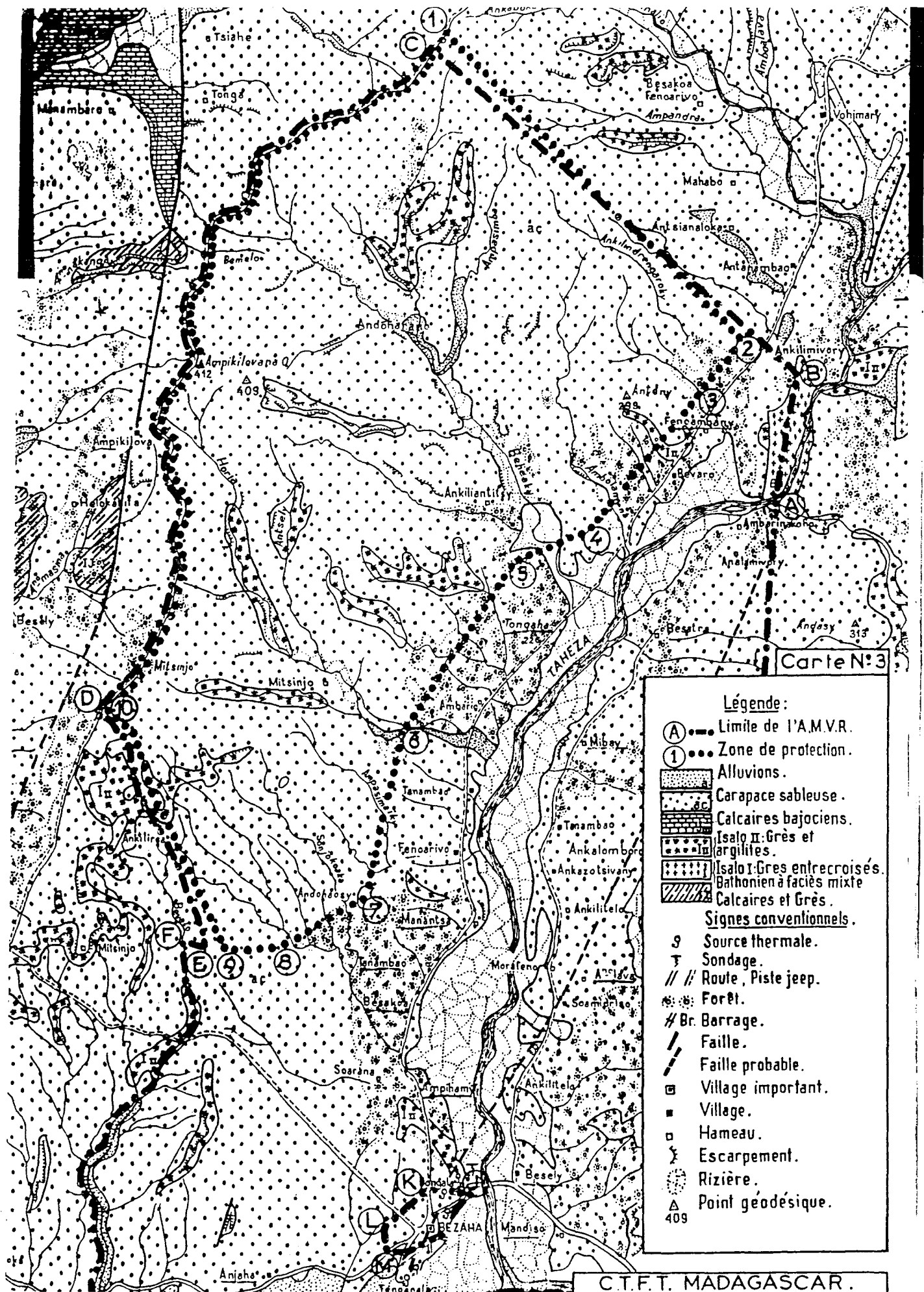
Le cas de la Taheza est caractéristique de l'érosion liée à l'évolution de l'élevage traditionnel en concurrence avec le développement de l'agriculture.

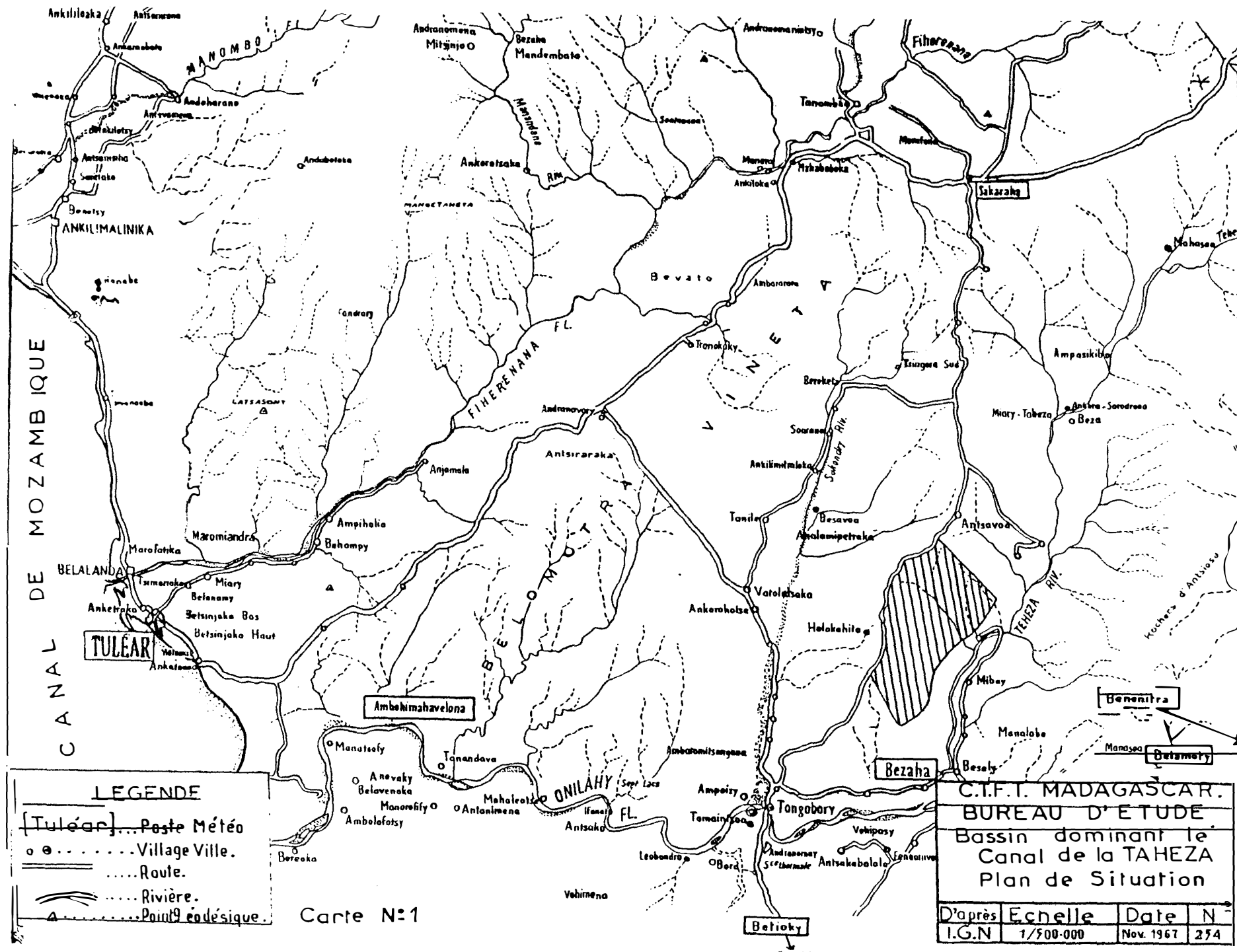
Les pâturages ancestraux de saison sèche, les bas-fonds, sont de plus en plus occupés par les cultures, les plateaux sont inévitablement surpâturés.

Le problème est socio-culturel, le clivage entre l'éleveur et l'agriculteur semble rester entier, aussi bien dans le même individu agriculteur-éleveur ; le troupeau reste une source de prestige plus que de revenu (le fumier même est gaspillé pour cette raison),

les bénéfices de l'agriculteur⁽¹⁾ sont immobilisés dans l'achat de nouvelles têtes. On est donc loin, malgré de fausses apparences de l'association agriculture-élevage qui semble la meilleure voie pour stabiliser les systèmes de production dans ces zones. Les problèmes à résoudre, en particulier pour impliquer les populations, sont plus complexes que dans le cas de protection de zones plus ou moins strictement agricoles.

1. Par exemple les riziculteurs du périmètre de la Taheza.





Bibliographie

Projet érosion Taheza

Ancian G., Ringuelet R., 1967. Les problèmes posés par la mise en valeur du périmètre de la Taheza. RF Sec. d'Etat chargé de la coopération.

Anonyme, 1959a. Périmètre de la Taheza. Programme d'aménagement et de mise en valeur. République malgache, ministère du Plan.

Bailly C., Vergnette J. de, 1968. Etude du bassin dominant du canal de la Taheza. CTFT, Madagascar. Deux tomes, I : rapport principal et cartes, II : annexe IV : cartes au 1/20 000.

Chaperon P., Dauloux J., Ferry L., 1995. Fleuves et rivières de Madagascar. ORSTOM.

Dulong R., 1969. Note sur l'agriculture de la région de la Taheza, bassin de l'Onilahy, province de Tuléar. IRAM, Tananarive, 31 p., 1 carte éch. 1/1 000 000, tabl.

GERSAR-BRL, 1994. Etude de remise en état de protection des réseaux du PPI Taheza rive droite.

Rakotomanana J.L., Rajaonarivelo G., 1989. Rapport final sur "les études pour la protection des bassins versants dominant le canal de la Taheza". FOFIFA, n° 622 DRFP (convention n° 406 MPAEF/DEF).

Elevage Taheza

Berger M., Roussel A., 1967. Rapport concernant les observations et expérimentations menées par l'IRCT en matière d'introduction de plantes fourragères, de multiplication et d'ébauche d'un mode d'élevage intensif. Doc. IRCT/Samangoki, 42 p.

Fauroux E., Rakotosalama J.A., 199.... Le développement de l'élevage dans le Sud-Ouest de Madagascar. Etude d'identification pour le projet DELSO effectuée par l'équipe de recherche associée CNRE-ORSTOM de Tuléar. 65 p.

Granier P., 1967. Le rôle écologique de l'élevage dans la dynamique des savanes à Madagascar. Rapport IEMVT, Madagascar.

Granier P., Lahore J., Dubois P., 1968. Etude du pâturage naturel à Madagascar. Productivité, conséquences pratiques. Rapport IEMVT, Madagascar.

Granier P., 1968. Intégration du pâturage artificiel dans l'assolement moyen-ouest Madagascar. IEMVT, Madagascar.

Saint Sauveur A. de, Moizo B., Boulevin B., 1996. L'élevage extensif, principal mode d'exploitation et de gestion de l'environnement par les populations riveraines de Volitsa. Doc 18 p. + 3., DELSO.

Annexe 2

Approche d'une synthèse sur les études de fertilité et fertilisation sur les sols susceptibles à l'érosion dans le Sud-Ouest

Objet de l'étude

En schématisant, on peut caractériser le Sud-Ouest comme une région sèche à vocation pastorale, peu peuplée, où l'agriculture s'est concentrée dans quelques zones soit irrigables (vallées de cours d'eau importants) soit à nappe phréatique peu profonde (alluvions, colluvions...). Les foyers initiaux de l'agriculture traditionnelle : riz, cultures de baiboho sont donc constitués par les terres basses peu sujettes à l'érosion (mais qui par contre peuvent pâtir de l'érosion des sols en amont). Autour de ces pôles de culture irriguée ou sur nappe, une agriculture strictement pluviale, a pu s'étendre dans les zones où la pluviosité est la moins défavorable, c'est-à-dire dans la périphérie nord, nord-est, est (Befandriana, Ankazoaba, Sakaraha) de la région (gradient de pluviométrie sud-ouest, nord-est). La quasi-totalité des nouvelles terres ainsi mises en culture correspondent à des "sables roux", terme qui pour le spécialiste couvre plusieurs catégories de sol, mais qui ont toutes en commun d'être sensibles à l'érosion et l'objet effectivement d'une érosion intense consécutive à la déforestation, au surpâturage...

Sources bibliographiques

La bibliographie la plus complète actuellement sur le sujet est celle de M. Raunet.

Une version réduite aux publications essentielles complétée par ailleurs de quelques nouvelles références est proposée à la fin de ce texte.

Les documents sont regroupés sous les rubriques :

- hydrogéologie,
- pédologie, géomorphologie, géographie,
- agronomie coton,
- agronomie arachide,
- agronomie cultures vivrières,
- régions voisines : Morondava, Mahaho, Manja.

La géologie et la climatologie⁽¹⁾ ont été laissées de côté, ces sujets étant presque systématiquement traités, d'après les études des spécialistes dans les publications des agropédologues.

Pour une vue d'ensemble sur la pédologie on retiendra la thèse de M. Sourdat publiée par l'ORSTOM en 1977 ; mais il est d'une lecture ardue pour le profane.

1. Pour la climatologie on pourra se référer à Oldeman, pour la géologie à Batistini.

Les études en cours : rapports Séguy et TAFA.

De Casabianca a dit il y a 30 ans, dans *“Les sables roux malagasy entre la diversification et l'expansion agricole”* l'essentiel sur l'érosion des sables roux et les dangers qu'elle représente quand on les met en culture de façon traditionnelle ou selon les techniques classiques vulgarisées à l'époque pour l'arachide (culture que l'on voulait développer) labour à la charrue et engrais minéraux ; il écrivait : *“Mais si l'on néglige les mesures indispensables et si l'on ne fait pas une éducation sérieuse des paysans, il est certain que la production que l'on obtiendrait serait un feu de pailles, et que le patrimoine national qu'est le sol dans ces régions serait ainsi dilapidé”...* *“les sables roux qui occupent de très grandes surfaces dans l'Ouest apparaissent comme des sols assez pauvres et fragiles, une agriculture n'y est possible que si l'on suit des règles draconiennes :*

- mise en courbes de niveau ;
- culture en billons fermés ;
- rotation : phases courtes de production vivrière (et monétaire) et phase de régénération.”

Si certaines de ses recommandations paraissent encore “appropriables” par le paysannat comme :

- fumure NP sur toute autre culture que les légumineuses ;
- semis précoces pour couvrir le sol rapidement ;
- utilisation des outils qui détruisent le moins la structure du sol⁽¹⁾.

Celles qu'il proposait pour la régénération du sol, les seules que l'on connaissait à l'époque :

- culture et enfouissement d'un engrais vert très productif du type sorgho ou vohem (vigna) ;
- culture d'un fourrage à système racinaire améliorant

paraissaient, et paraissent toujours, inapplicables dans des conditions socio-économiques et institutionnelles qui ne se sont guère améliorées, même si techniquement, ce qui reste à prouver, elles pouvaient convenir.

Aucune alternative n'a été proposée jusqu'à la prometteuse solution agrobiologique développée par L. Séguy en collaboration avec l'ONG TAFA et l'appui du PSO. Les prédictions pessimistes de Casabianca se sont réalisées : érosion catastrophique.

Et la fertilisation des sables roux dans tout cela ?

L'expérimentation sur les engrais menée dans le cadre du programme d'Ankazoabo a été menée suivant la “méthode Chaminade” qu'adopta l'IRAM à cette époque :

- première étape : diagnostic des carences minérales en vase de végétation, voir encadré 1 ;
- seconde étape : courbes de réponse aux différents éléments N, P, K en apportant pour les autres éléments des doses uniformes assez larges. Dans le cas d'Ankazoabo, pour être cohérent avec les recommandations de “régénération de la fertilité”, la plante-test fut pendant les deux premières cultures un sorgho engrais-vert annuel. Sans même discuter du réalisme du projet on peut voir que les résultats n'ont guère été probants, ni au niveau de la production – voir encadré 2 – ni à celui de l'évolution des sols.

1. Il testait déjà le pic fouisseur à la place de la charrue.

(Peuls en pays Haoussa). Il serait intéressant d'étudier à quel taux de matière organique⁽¹⁾ dans le sol, s'établit le nouvel équilibre dans les nouveaux systèmes spontanés, et quel niveau de production on peut maintenir avec ou sans engrais.

Ces équilibres ne sont possibles, quoi qu'il en soit, que s'il n'y a pas d'érosion (pas de relief notable, peu de vent). Dans le cas contraire d'autres mesures doivent être prises

- soit des aménagements antiérosifs complémentaires ; dans ce domaine également on peut s'inspirer des travaux plus ou moins récents menés en Afrique soudano-sahélienne (Perez, Boshier et Sene, 1996) ;
- soit promouvoir des systèmes de culture avec couverture morte ou vivante du sol. Cf. programme pilote par L. Séguy ; ce qui n'exclue pas certains "aménagements" du terroir.

Bibliographie

Felher C., 1995. La matière organique du sol : un indicateur de la fertilité. Agriculture et développement n° 8.

Perez P., Boshier L., Sene M., 1996. Une meilleure gestion de l'eau pluviale par des techniques cultures (Sud du Siné-Saloum, Sénégal). Agriculture et développement n° 9.

1. Seuils critiques (voir Pieri, 1989 ; Felher, 1996).

Bibliographie sélective sur le Sud-Ouest malgache

(base bibliographique M. Raunet + quelques compléments)

Hydrogéologie

Chaperon P., Danloux J., Ferry L., 1993. Fleuves et rivières de Madagascar. Monographie hydrologique n° 10, Ed. ORSTOM-CNRE-DMH, Paris, 874 p.

Domergue C., 1969. Fluctuation des nappes de l'Ouest-Sud de Madagascar (entre Onilahy et Mangoky). Compte rendu semaine géologique, Madagascar.

Domergue C., 1973. Les eaux souterraines au Nord de Tuléar entre Onilahy et Mangoky (zone Masikoro-Sud). Compte rendu Académie malgache, n.s. tome 51 ; fascicule 2, p. 49-53.

Ferry L., Arthaud F., Grillot J.C., Dussarrat B., Ralaimaro J., 1991. Reconnaissance hydrologique et géologique dans la région de Manombo/Ranozaza (Madagascar). MRSTD-CNRE, rapport LRSAE n° 8.

Martin P., 1950. Etudes hydrologiques et assèchement du Sud-Ouest de Madagascar. RGA, II, p. 357-360.

Pédologie, géomorphologie, géographie

Bosser J., Hervieu J., 1958. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/20 000 de la plaine de Tuléar. Antananarivo. ORSTOM, 44 p.

Bouchard L., 1969. Etude pédologique de la zone de Béfandriana Sud Antanimihéva, province de Tuléar. Doc. IRAM, n° 181, Tananarive, 31 p.

Bourgeat F., Randriamboavonjy J.C., Sourdat M., 1996. Les unités pédomorphologiques à Madagascar. Les facteurs de pédogenèse. Potentialités et contraintes régionales. Recherche ESSA, département des eaux et forêts, Antananarivo, p. 40-49.

Casabianca F. de, 1967. Facteurs physiques de fertilité des sols dans le Sud-Ouest malagasy. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux. Tananarive (Madagascar), 19-25 novembre, p. 1 540-1 546.

Didier de Saint Armand R., 1956. Contribution à l'étude des sols destinés à la culture du coton sur la rive gauche de la basse vallée du Fiherenana, district de Tuléar. Doc. Station Alaotra.

Durand J.H., 1963. Etudes des sols à vocation coton, culture sèche dans le Sud-Ouest de Madagascar. Vallée de l'Ivolo, sous-préfecture de Sakaraha. Doc. IRAM, Tananarive, 63 p.

Durand J.H., 1967. Le sol des bassins paraliques de la Côte-Ouest de Madagascar. Agronomie tropicale, série 3, agronomie générale. Etudes scientifiques, 22 (12) : 1 176-1 186.

Agronomie (coton)

Berger M., 1987. Contribution à l'amélioration de la recherche agronomique en ce qui concerne la culture cotonnière à Madagascar. Paris, CIRAD, 36 p.

Berger M., Bertrand R., 1968. Expérimentation relative à *Dolichos lablab* (Antaka) en culture cotonnière intensive dans le périmètre irrigué du Bas-Mangoky (Madagascar). *Coton et fibres tropicales*, XXIII (3) : 291-308.

Bertrand R., Berger M., 1967. Actions de *Dolichos lablab* (Antaka) sur la fertilité des sables roux du delta du Mangoky. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux. Tananarive (Madagascar), p. 1 472-1 789.

Braud M., 1981. Rapport de mission à Madagascar du 23 novembre au 32 décembre 1981. GERDAT-IRCT, Montpellier, 66 p.

Cretenet S., 1975. Bilan des recherches cotonnières effectuées par l'IRCT dans le secteur de Tuléar de 1960 à 1974. IRCT.

Cretenet S., Braud M., Kaiser R., 1979. Les recherches agronomiques conduites par l'IRCT dans le Sud-Ouest de Madagascar (1952-1974). *Coton et fibres tropicales*, 34 (3) : 269-293.

Franquin P., 1962. La culture sèche du cotonnier dans le Sud-Ouest de Madagascar : orientation pour l'expérimentation en fonction de quelques données climatiques et des caractéristiques des sols. *Coton et fibres tropicales*, 17 (3) : 377-394.

Martin J.P., 1958. Le coton en culture sèche dans le district d'Ankazoabo. IRCT, Tuléar, 47 p.

Agronomie (arachide)

Marquette J., 1973. Synthèse des résultats obtenus sur la culture de l'arachide à Madagascar. Doc. IRAM, n° 360, 16 p.

Agronomie (vivrier)

Casabianca F. de, 1965. Problèmes agronomiques de la mise en valeur des sables roux du Sud-Ouest malgache. Doc. IRAM, n° 70, 39 p.

Casabianca F. de, 1965. Etude agronomique de la cuvette d'Andranomanitsy (province de Tuléar). *L'Agronomie tropicale*, 6-7 : 627-639.

Casabianca F. de, 1966. Les sables roux Malagasy entre la désertification et l'expansion agricole. L'alternative de la mise en culture. Résultats 1962-1966. Doc. IRAM n° 85, tome I synthèse, 67 p., tome II annexes.

Casabianca F. de, 1967. Facteurs physiques de fertilité des sols dans le Sud-Ouest malagasy. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux. Tananarive (Madagascar), p. 1 540-1 546.

Guis R., 1978. Le point sur l'expérimentation agronomique dans le Sud-Ouest après la campagne 76-77 : Andranovory, Tuléar, Befanamy, Ambovombe. Résultats synthétiques. FOFIFA, 51 p.



N° 1



N° 6

1. début de la grille
2. à 6. Développement du Saka Saka d'amont (2)
en aval jusqu'à la zone des roseaux (5)
où commence l'écoulement permanent (6).

Le Saka Saka Horia (Tahzeza)
Photographies J. ARRIVETS, Juin 1996



N° 2



N° 3



N° 4



N° 5

**LISTE DE PUBLICATIONS 1995-96 DU PROGRAMME A.P.A.F.P.
(AGRICULTURES PAYSANNES D'ALTITUDE ET DES FRONTS PIONNIERS)**

(S'adresser à Mme O. PUARD, CIRAD-CA, Secrétariat du Programme APAFP Tél. 67 61 44.16)

- N° 1 **L. SEGUY.** Rapport Mission **Vietnam**, novembre 1994, 37 p.
- N° 2 **A. LEPLAIDEUR.** Projet Amélioration des systèmes de cultures pluviales en fronts pionniers : Ouverture aux approches économiques, *ISA/CIRAD/CA/MAE Vietnam*, février 1995, 62 p.
- N° 3 **L. SEGUY.** Rapport de mission **Madagascar**, 13 au 31 mars 1995, Programme ZAP, Programme Savanes, 128 p.
- N° 4 **A. ROUSSEL.** Rapport Synthétique Actions pour une Articulation de la Recherche avec les Paysans, Campagnes 1993-1994, *Projet ISA/CIRAD/MAE*, Mars 1995, 38 p. - **Vietnam**.
- N° 5 **P. AUTFRAY.** Fixation de l'Agriculture en zone Forestière de **Côte d'Ivoire**, Décembre 1994, 15 p.
- N° 6 **SEGUY - S. BOUZINAC.** Le Semis direct dans les Cerrados Humides, (extrait revue *Informações Agronomicas* n° 69, Mars 1995), 6 p. - **Brésil**.
- N° 7 **A. LEPLAIDEUR.** Essai sur les Grands Axes Scientifiques du Programme ZAP Fronts Pionniers, Juin 1995, 22 p.
- N° 8 **L. SEGUY, S. BOUZINAC, A. TRENTINI, A. CORTES.** La Construction d'une Agriculture durable, lucrative, adaptée, aux contraintes pédoclimatiques de la Zone tropicale humide, (*Cheminements technologiques présentés sous forme de dessins*) Juin 1995, 20p. - **Brésil**.
- N° 9 **J. ARRIVETS.** Compte rendu de mission au CRAB de Boumango, **Gabon**. 19 au 20 juin 1995, 49 p.
- N° 10- **G. VALLEE.** Rapport de stage, Contrôle Qualité des Semences au Champ et au Laboratoire, 3 au 6 Juillet 1995, 16 p.
- N° 11 **R. MICHELLON.** Rapport de Mission d'appui à **Madagascar**, Gestion des sols avec Couvertures Végétales, 18 au 30 Mars 1995, 27 p. + Annexes.
- N° 12 **R. MICHELLON.** Conception de Systèmes Agricoles avec Couverture Herbacée Permanente pour les Hauts de **La Réunion**, Mars 1995, 29 p. + Annexes.
- N° 13 **L. SEGUY.** Rediffusion - Contribution à l'étude et à la Mise au Point des Systèmes de Culture en Milieu réel: - Petit Guide d'initiation à la méthode de "Création-Diffusion" de Technologies en milieu réel. - Résumés de quelques exemples significatifs d'application, Octobre 1994, 191 p. - **Brésil**.
- N° 14 **Ph. GODON.** Rapport de mission **Vietnam**, Quelques Propositions pour la Recherche en Riziculture Pluviale dans le District de CHO DON VIET, 1er au 7 Juin 1995, 12 p.
- N° 15 **J. ARRIVETS.** Compte rendu des Essais de Fertilisation NK D'Entretien sur Maïs-Soja - CRAB BOUMANGO, **Gabon**, 1993-94, Programme 1995-96, Congo, Août 1995, 42 p.
- N° 16 **Ph. GODON.** Rapport Analytique partiel : Essais thématiques des Campagnes agricoles 1994. *Amélioration des Systèmes de cultures pluviales Projet Franco-Vietnamien de recherches agronomiques*. Juin 1995, 63 p.
- N° 17 **MICHELLON.** Gestion d'une couverture de Lotier (*Lotus uliginosus*) associée au géranium Rosat à **La Réunion**, Fiche d'Essai n° 9. 1994, 42 p.
- N° 18 **L. SEGUY, S. BOUZINAC, J. TAILLEBOIS, A. TRENTINI.** Une révolution Technologique: Le riz pluvial de Qualité en Zone Tropicale Humide - Des Performances reproductibles sur la voie de celle du blé en région tempérée, 28 p. - **Brésil**.
- N° 19 **L. SEGUY, S. BOUZINAC, A. TRENTINI.** Gestion de la Fertilité dans les Systèmes de Culture mécanisés en zone tropicale humide : le cas des Fronts Pionniers des savanes et Forêts humides du Centre-Nord de l'Etat du Mato Grosso dans l'Ouest du **Brésil**. I - *Gestion de la Fertilité par le système de culture*, 1995, 24 p.-
L. SEGUY, S. BOUZINAC, A. TRENTINI, N. De A. CORTES. Gestion de la Fertilité dans les Systèmes de Culture mécanisés en zone tropicale humide : le cas des Fronts Pionniers des Savanes et forêts humides du Centre-Nord de l'Etat du Mato Grosso dans l'Ouest du **Brésil**. II - *Concepts et mise en pratique de modes de gestion agrobiologiques adaptés aux sols acides de la zone tropicale humide*. 1995, 25 p.
- N° 20 **L. SEGUY, S. BOUZINAC.** Modélisation et mise en pratique des systèmes de culture mécanisés en milieu réel, pour, avec et chez les producteurs, en zone tropicale humide - l'Expérience de la Fazenda Progresso, un exercice pratique, pérennisé sur 6 ans, riche d'enseignements pour la recherche-action en milieu réel. 1995, 46 p. - **Brésil**.
- N° 21 **G. VALLEE,** Rapport de stage "Production de Semences "Pomme de Terre en Bretagne, du 4 au 7 Septembre 1995.
- N° 22 **G. DELAFOND, S. BOULAKIA,** Rapport d'Activité 1994, Centre de Recherche de Boumango, **Gabon**, mai 1995, 157 p.

- N° 23 **J. ARRIVETS.** Agricultural Productivity Improvement Project Departement of Agronomy D.o.A. component, Mission de Preparation, World Bank Royal Government of **Cambodgia** M.A.F.F. - DoA, Septembre 1995, 45 p.
- N° 24 **A. LEPLAIDEUR.** Communication au Colloque CTA-TEA GASC - MINAGRI Irlande sur les stratégies des agriculteurs pour l'Orientation Commerciale dans les pays ACP, Octobre 1995, 17 p.
- N° 25 **Ph. VERNIER, D. VARIN, D. POLTI.** Rapport Annuel du Programme Cultures Vivrières du CIRAD-MANDAT en **Nouvelle Calédonie**, 1994, 137 p.
- N° 26 **L. SEGUY, S. BOUZINAC.** Projeto de Criação-Difusão de Referenciais Técnicos Regionais - Relatório de atividades de pesquisa 1994/95 Convênio RPA/CIRAD-CA. 1994-95, 14 p. - **Brésil**.
- N° 27 **L. SEGUY, S. BOUZINAC, E. MAEDA, W.K. OISHI.** Gestão dos Latossolos vermelho-escuros sobre basalto do sul do estado de Goiás, visando a otimização dos sistemas de culturas à base de algodão. Convênio RPA/Grupo MAED/CIRAD-CA Projeto Grupo MAEDA/CIRAD-CA - Fazenda RECANTO-Itumbiara - Goiás - **BRASIL**, 1995. 32 p.
- N° 28 **L. SEGUY.** Agriculture Paysanne en régie mécanisée en zone tropicale humide - Rapport de mission au CRAB Boumango **Gabon**. 1995, 13 p.
- N° 29 **R. MICHELLON.** ANPP - Quatrième Colloque - Les Substances de Croissance Partenaires Economiques des Productions Végétales. "Association de Cultures Maraîchères et du Géranium Rosat à une Couverture de Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) maîtrisée avec le Fluazifop-P-Butyl". 6 Février 1996. 8 p. - **La Réunion**.
- N° 30 **G. VALLEE, E. LATRILLE.** Projet Développement des cultures vivrières et appui semencier en République Fédérale Islamique des **Comores**. Volet semencier en République Islamique des Comores" Projet de recherche appliquée et de Promotion de semences de qualité". Novembre 1995. 43 p. + annexes, (**Confidentiel**).
- N° 31 **P. HEMAR, R. REUTER,** Stagiaires CNEARC, Mémoire analyse des Réseaux Commerciaux des produits Agricoles de Phuoc Long Province de Song Bé **Vietnam**. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Agronomie Tropicale (DAT), soutenu le 27 Octobre 1995, 61 p. + annexes.
- N° 32 **J. ARRIVETS.** Compte rendu de la mission CFD-CIRAD. "Etat des Lieux de la Riziculture **Cambodgienne**", 2-22 octobre 1995. 53 p. + annexes.
- N° 33 **A. LEPLAIDEUR.** Compte rendu mission CFD-CIRAD. Aperçu sur les Systèmes Rizicoles **Cambodgiens**. Le point de vue socio-Economique et les Dynamiques du changement Technique en cours, 2-22 Octobre 1995. 64 p.
- N° 34 **Programme APFP.** Bibliographie Travaux sur **Madagascar** (Tome 1 : Sol et Fertilité - Tome 2 : Agriculture Traditionnelle intensive.....).
- N° 35 **G. VALLEE.** Propositions de Programme de Recherches pour l'Agriculture vivrière à **Mayotte**., Février 1996, 6p.
- N° 36 **L. SEGUY.** Quelques Réflexions sur le programme de Conservation et de Gestion des Sols et des Cultures dans les Hauts de **La Réunion**, Mission du 1er au 6 avril 1996. 5 p.
- N° 37 **L. SEGUY.** Agriculture Paysanne et en Régie Mécanisée, en zone Tropicale Humide, Rapport de Mission au CRAB et à la SIAEB, **Gabon**, du 5.03 au 11.03.1996. 16 p.
- N° 38 **L. SEGUY.** Rapport de mission **Madagascar**, du 17 au 31 Mars 1996. 55 p.
- N° 39 **J. ARRIVETS,** rapport de mission à **Madagascar**, Situation actuelle de la culture du manioc dans le sud-ouest malgache, perspectives d'amélioration, mai 1996, 71p. + Annexes.
- N° 40 **R. MICHELLON, P. TECHER.** Le KIKUYU Plante fourragère et de Couverture, Mars 1996, 24 p - **La Réunion**.
- N° 41 **Ph. GODON,** Compte rendu de mission en **Indonésie**, du 11 au 22 mai 1996, 24 p.
- N° 42 **A. LEPLAIDEUR,** rapport de mission en **Guinée**, "Les enjeux d'une recherche sur les systèmes de culture à base de riz pluviaux en Guinée Forestière", Juin 1996, 60 p. + annexes.
- N° 43 **Programme APAFP et SPID,** Publications CIRAD sur l'**Océan Indien** et sur les Plantes intéressantes cette zone. Juillet 1996, 88 p.
- N° 44 **Programme APAFP, SPID,** Liste des Publications des chercheurs du programme APAFP, Juillet 1996, 54 p.
- N° 45 **G. DELAFOND,** Synthèse des Essais Variétaux, I. Maïs et soja mars 1996, II. Résultats maïs 1995-96, III. Soja 1994-1996. **Gabon**, août 1996, 74 p.
- N° 46 **R. MICHELLON, L. SEGUY,** APPAM 15^e journées internationales huiles essentielles "Géranium rosat: Conception de systèmes durables avec couverture herbacée", **La Réunion**, Septembre 1996, 14 p.
- N° 47 **R. MICHELLON,** Modes de gestion Ecologique des sols et systèmes de culture à base de géranium dans les Hauts de l'Ouest de **La Réunion**, Juillet 1996, 103 p.
- N° 48 **J. ARRIVETS,** mission **Madagascar**, Projet bilan-Evaluation-Synthèse des Travaux réalisés à Madagascar en matière de conservation des sols, juin 1996, 41 p.
- N° 49 **J. ARRIVETS,** Suppl. Doc n° 39, **Madagascar.** Situation actuelle de la culture du manioc dans le Sud-Ouest malgache - perspectives d'amélioration, septembre 1996, 36 p.

